

## スーパーボールと成形手段の多様性

私の研究室はロボットメカトロ分野のなかでも、かなり手広くさまざまな開発をしています。良く言えば技術の広さ、悪く言えば統一感や節操のなさです。私自身、大学院の博士課程学生ときは2脚歩行ロボットが専門だったのですが、そのときも歩行そのものよりもセンシングや制御システムといった面への関心が強く、現職については一気に拡散しました。研究室に来る学生さんがやってみたいというテーマがアグレッシブで面白く、子どもの頃からの工作好きもあいまって、「つくる」ことがテーマとなりました。

「あれつくりたい、これつくりたい」という願いをかなえるには、実装技術が多種多様に必要になります。このような手段を用意するには、ひとつには世の中の面白そうだと思う技術を導入してみることで得ますが、多くの場合は、何か特定の開発目標を実現する過程で得ています。これは企業でも似たような様子と思いますが、大学での開発の場合はある程度の失敗も許されるため、より大胆な挑戦ができます。

そのなかでも、ここ1年くらいで導入して、いろいろ試しているものが卓上の3軸CNC加工機です。細いエンドミルを加工物に対して前後・左右・上下にコンピュータ(C)、数値(N)、制御(C)によって動かすことで、立体を削り出すことができる加工装置で、生産現場で使われる

マシニングセンタの簡易版です。本格的な機械は買える値段ではありませんが、その組立てキットは20万円程度からあり、導入してみました。これ自体もメカトロ装置の一種なので、学生さんへの機器事例の紹介にもなります。

まず、つくりたい形を3次元CADで設計し、加工機の動作手順用データを半自動生成します。自動で削り出されるため、曲面を含む、かなり自由な形状をつくることができますが、取り付けるエンドミルで加工しうる形状であること(主に深掘りの限度)、1面からアクセスできる形状であること(工具は素材に上から突っ込むように動作する&素材の向きを変えての追加工は面倒)という制約はあります。それでも、それまでの主に学内工場での旋盤・フライス盤による切削、レーザ加工による切断に比べると格段に自由度が高くなります。形状の自由度という点では3次元プリンタが圧倒的ですが、表面の仕上がりや素材の自由さはCNC切削のほうが上です。

さて、このCNCで比較的初期に「目標を持って」削り出したものは、1年ほど前にこの欄で触れたオルガンづくり用のオルガンメタル伸ばし治具でした。融かしたメタルを流し込んで、すき間から引き出し、板状に整形します。この治具は木材を削り出してつくったのですが、想定以上に耐熱性があり(少し焦げる程度)、かつ、残ったメタル

**熊谷正朗** —KUMAGAI MASA-AKI—

東北学院大学 工学部 機械知能工学科 教授

東北学院大学工学部 教授／仙台市地域連携フェロー(ロボットメカトロ系担当)。2000年東北大学大学院工学研究科修了、博士(工学)、同大助手。03年東北学院大学講師、助教授、准教授を経て、現在に至る。ロボメカ系開発を専門とし、メカの設計からマイコンやサーバのソフト開発までを行う。「基礎からのメカトロニクス講座」や地域企業訪問も実施中。



がぼろっと簡単にはがれました。もしかして、鋳造ができるのでは？と気づいて試し始めました。

まず木材を削り出して型をつくり、組み立てて、融けたメタルを流し込みます。鋳造の解説にあるような湯口や空気抜きをつくり、抜き勾配を考えたたり、CADの機能を使って対象の形をつくれば型形状は自動生成できるようにしたり。研究に直接は関係ないのですが、数回試行錯誤するうちに、加工機の使い方や特性もあわせて、期待どおりの整形ができるようになりました。最終的には、6月のロボットコンテストの賞品メダルをホワイトメタルでつくるところまでいきました。とはいえ、機械強度は低いため実用部品には使えません。

最近になって、今度はウレタン樹脂の成形を始めました。最終目標は、「表面がゴム質の直径100mmの球、中には何か軽量の芯」＝当方の玉乗りロボット用の玉をつくることです。2液混合のゴム状になるウレタン樹脂を調達して、試しに3次元プリンタで出力した部品にかけてみたところ、流動性が良く、かつ、しっかりと貼りつくので材料としては良さそうでした。ところが、型からののがれを良くするための離型剤を塗っていたプリント品にまでしっかりと付いてしまいました。樹脂成形で耐熱性が不要なため、型はプリンタでつくろうと思っていたのですが、これも切削による必要がありそうです。木もよくくっ

つくので、今回はMCナイロンとしてみました。また、半球状の型2個だと抜くのが非常に大変そうなので、正4面体をベースにした型を設計しました(4方向に対称な型；実際これでもはがしにくい)。MCナイロンの切削条件に手間取りましたが、無事に整形までたどりついてできた試作1号が直径38mmのスーパーボールのようなものでした。その後、中にプリンタ成形の芯を入れたものも試作して、技術的な目処をつけました。この経験は、次は学生さんのロボット開発で部材の一部(指先・つま先の部品)に摩擦増強をするために活用する予定です。

今回はCNC削出しから型による金属・樹脂の成形の話でしたが、本来は専門家に依頼すべきようなところまで手を出しています。もともとロボット系は総合性が強いので、理論も工作も含めて「なんでもできること」が求められるのですが、それでもここまでは特殊な部類と思います。広くすると浅くなり、どれをとってもプロには遠く及びません。それでも「こんなものをつくってみたい」という発想を裏打ちするためには、近くに手段が多いことは便利です。また、教育機関という特性上、世の中にこういう手段がある、という事例があることも良いことだと思っています。工作少年上がりの趣味では？というご指摘には反論はしませんが…。